

YAMAP0789US

2818
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Nishihara et al

Serial No: 10/084,866

Filed: October 19, 2001

Art Unit:

Examiner:

For: MEMORY, WRITING APPARATUS, READING APPARATUS, WRITING METHOD, AND READING METHOD

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

Country: Japan

Application Number: 2000-328555

Filing Date: October 27, 2000

SIGNATURE OF ATTORNEY

Reg. No. 26,725

Neil A. DuChes

Tel. No. (216) 621-1113

RENNER, OTTO, BOISSELLE & SKLAR, P.L.L.
1621 Euclid Avenue
Nineteenth Floor
Cleveland, Ohio 44115

CERTIFICATE OF MAILING UNDER 37 C.F.R. § 1.8

I hereby certify that this correspondence (along with any paper referenced as being attached or enclosed) is being deposited on the below date with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to the Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231.

Date: April 11, 2002

Janet Farr

(Transmittal of Certified Copy [5-4])



(Translation)

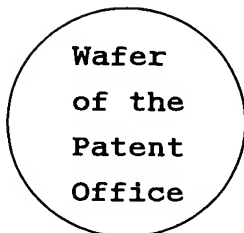
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application : October 27, 2000

Application Number : Patent Appln. No. 2000-328555

Applicant(s) : MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO.,
LTD.



July 9, 2001

Kozo OIKAWA

Commissioner,
Patent Office

Seal of
Commissioner
of
the Patent
Office

Appln. Cert. No.

Appln. Cert. Pat. 2001-3063962



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年10月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-328555

出 願 人

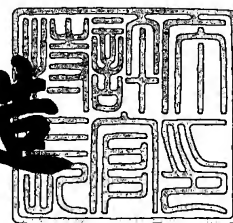
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2001年 7月 9日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3063962

【書類名】 特許願

【整理番号】 2032420296

【提出日】 平成12年10月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 27/10
G11B 11/08
H01L 45/00

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 西原 孝史

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 児島 理恵

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

 【氏名】 山田 昇

【特許出願人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100097445

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

 【識別番号】 100103355

 【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 情報記録媒体とその記録再生方法および記録装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電気エネルギーの印加によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こすことにより情報を記録し得る第 1 の記録層と、電気エネルギーの印加によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こすことにより情報を記録し得る第 2 の記録層とを備え、前記第 1 の記録層の記録材料の融点を T_{m1} 、前記第 2 の記録層の記録材料の融点を T_{m2} としたとき、

$$T_{m1} > T_{m2}$$

であり、且つ前記第 1 の記録層の記録材料が非晶質相から結晶相に変化する温度を T_{x1} 、前記第 2 の記録層の記録材料が非晶質相から結晶相に変化する温度を T_{x2} としたとき、

$$T_{x1} < T_{x2}$$

であり、且つ前記第 1 の記録層の記録材料が非晶質相から結晶相に変化する際に要する時間を t_{x1} 、前記第 2 の記録層の記録材料が非晶質相から結晶相に変化する際に要する時間を t_{x2} としたとき、

$$t_{x1} > t_{x2}$$

であることを特徴とする情報記録媒体。

【請求項 2】 前記第 1 の記録層の記録材料の融点 T_{m1} が、

$$400 \leq T_{m1} (\text{°C}) \leq 800$$

の範囲にあることを特徴とする請求項 1 に記載の情報記録媒体。

【請求項 3】 前記第 2 の記録層の記録材料の融点 T_{m2} が、

$$300 \leq T_{m2} (\text{°C}) \leq 700$$

の範囲にあることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の情報記録媒体。

【請求項 4】 前記第 1 の記録層の記録材料が非晶質相から結晶相に変化する温度 T_{x1} が、

$$130 \leq T_{x1} (\text{°C}) \leq 230$$

の範囲にあることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項5】前記第2の記録層の記録材料が非晶質相から結晶相に変化する温度 T_{x2} が、

$$160 \leq T_{x2} (^{\circ}\text{C}) \leq 260$$

の範囲にあることを特徴とする請求項1から4のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項6】前記第1の記録層の記録材料が非晶質相から結晶相に変化する際に要する時間 t_{x1} が、

$$50 \leq t_{x1} (\text{ns}) \leq 200$$

の範囲にあることを特徴とする請求項1から5のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項7】前記第2の記録層の記録材料が非晶質相から結晶相に変化する際に要する時間 t_{x2} が、

$$30 \leq t_{x2} (\text{ns}) \leq 150$$

の範囲にあることを特徴とする請求項1から6のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項8】電気エネルギーの印加によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こすことにより情報を記録し得る第1の記録層と、電気エネルギーの印加によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こすことにより情報を記録し得る第2の記録層とを備え、前記第1の記録層の記録材料がGe、Sb、Teの3元素を含み、前記第2の記録層の記録材料が(Sb-Te)-M1で表され、M1がAg、In、Ge、Sn、Se、Bi、Au、Mnのうち少なくともいずれか一つを含むことを特徴とする情報記録媒体。

【請求項9】基板上に、前記第1の記録層、前記第2の記録層、上部電極がこの順に積層されていることを特徴とする請求項1に記載の情報記録媒体。

【請求項10】基板と前記第1の記録層との間に下部電極が配置されていることを特徴とする請求項1または9に記載の情報記録媒体。

【請求項11】前記第1の記録層と前記第2の記録層との間に中間層が配置されていることを特徴とする請求項1または9または10のいずれか一項に記載の情報記録媒体。

【請求項 1 2】電気エネルギーの印加によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こすことにより情報を記録し得る第 1 の記録層と、電気エネルギーの印加によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こすことにより情報を記録し得る第 2 の記録層とを備えた情報記録媒体の記録再生方法であって、前記第 1 の記録層を非晶質相から結晶相にするために印加される電流パルスの振幅を I_{c1} 、パルス幅を t_{c1} とし、前記第 2 の記録層を非晶質相から結晶相にするために印加される電流パルスの振幅を I_{c2} 、パルス幅を t_{c2} とし、前記第 1 の記録層を結晶相から非晶質相にするために印加される電流パルスの振幅を I_{a1} 、パルス幅を t_{a1} とし、前記第 2 の記録層を結晶相から非晶質相にするために印加される電流パルスの振幅を I_{a2} 、パルス幅を t_{a2} としたとき、

$$I_{c1} < I_{c2} < I_{a2} < I_{a1}$$

であり、且つ、

$$t_{a1} \leq t_{a2} < t_{c2} < t_{c1} \text{ もしくは } t_{a2} \leq t_{a1} < t_{c2} < t_{c1}$$

であることを特徴とする情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項 1 3】前記第 1 の記録層を非晶質相から結晶相にするために印加される電流パルスの振幅 I_{c1} が、

$$2 \leq I_{c1} \text{ (mA)} \leq 10$$

の範囲にあり、且つパルス幅 t_{c1} が、

$$50 \leq t_{c1} \text{ (ns)} \leq 200$$

の範囲にあることを特徴とする請求項 1 2 に記載の情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項 1 4】前記第 2 の記録層を非晶質相から結晶相にするために印加される電流パルスの振幅 I_{c2} が、

$$5 \leq I_{c2} \text{ (mA)} \leq 20$$

の範囲にあり、且つパルス幅 t_{c2} が、

$$30 \leq t_{c2} \text{ (ns)} \leq 150$$

の範囲にあることを特徴とする請求項 1 2 または 1 3 に記載の情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項 1 5】前記第 1 の記録層を結晶相から非晶質相にするために印加され

る電流パルスの振幅 I_{a1} が、

$$10 \leq I_{a1} \text{ (mA)} \leq 100$$

の範囲にあり、且つパルス幅 t_{a1} が、

$$1 \leq t_{a1} \text{ (ns)} \leq 100$$

の範囲にあることを特徴とする請求項 12 から 14 のいずれか一項に記載の情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項 16】前記第 2 の記録層を結晶相から非晶質相にするために印加される電流パルスの振幅 I_{a2} が、

$$5 \leq I_{a2} \text{ (mA)} \leq 80$$

の範囲にあり、且つパルス幅 t_{a2} が、

$$1 \leq t_{a2} \text{ (ns)} \leq 100$$

の範囲にあることを特徴とする請求項 12 から 15 のいずれか一項に記載の情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項 17】前記第 1 の記録層及び前記第 2 の記録層の抵抗値を検出する際に印加される電流パルスの振幅を I_r としたとき、

$$I_r < I_{c1} < I_{c2} < I_{a2} < I_{a1}$$

であることを特徴とする請求項 12 から 16 のいずれか一項に記載の情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項 18】前記第 1 の記録層及び前記第 2 の記録層の抵抗値を検出する際に印加される電流パルスの振幅 I_r が 2 mA 以下であることを特徴とする請求項 17 に記載の情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項 19】電気エネルギーの印加によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こすことにより情報を記録し得る第 1 の記録層と、電気エネルギーの印加によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こすことにより情報を記録し得る第 2 の記録層とを備えた情報記録媒体の記録再生方法であって、前記第 1 の記録層が非晶質相の場合の抵抗値を R_{a1} 、結晶相の場合の抵抗値を R_{c1} とし、前記第 2 の記録層が非晶質相の場合の抵抗値を R_{a2} 、結晶相の場合の抵抗値を R_{c2} としたとき、

$$R_{c1} \leq R_{c2} < R_{a1} < R_{a2}$$

もしくは、

$$R_{c1} \leq R_{c2} < R_{a2} < R_{a1}$$

もしくは、

$$R_{c2} \leq R_{c1} < R_{a1} < R_{a2}$$

もしくは、

$$R_{c2} \leq R_{c1} < R_{a2} < R_{a1}$$

であることによって、前記第 1 の記録層と前記第 2 の記録層の抵抗値の和を、 $R_{a1} + R_{a2}$ 、 $R_{a1} + R_{c2}$ 、 $R_{a2} + R_{c1}$ 、及び $R_{c1} + R_{c2}$ の 4 つの異なる値に設定することを特徴とする情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項 2 0】前記第 1 の記録層が非晶質相の場合の抵抗値 R_{a1} が、

$$100 \leq R_{a1} (\Omega) \leq 5000$$

の範囲にあることを特徴とする請求項 1 9 に記載の情報記録媒体の記録再生方法

【請求項 2 1】前記第 2 の記録層が非晶質相の場合の抵抗値 R_{a2} が、

$$200 \leq R_{a2} (\Omega) \leq 10000$$

の範囲にあることを特徴とする請求項 1 9 または 2 0 に記載の情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項 2 2】前記第 1 の記録層が結晶相の場合の抵抗値 R_{c1} が、

$$1 \leq R_{c1} (\Omega) \leq 100$$

の範囲にあることを特徴とする請求項 1 9 から 2 1 のいずれか一項に記載の情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項 2 3】前記第 2 の記録層が結晶相の場合の抵抗値 R_{c2} が、

$$1 \leq R_{c2} (\Omega) \leq 100$$

の範囲にあることを特徴とする請求項 1 9 から 2 2 のいずれか一項に記載の情報記録媒体の記録再生方法。

【請求項 2 4】電気エネルギーの印加によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こすことにより情報を記録し得る第 1 の記録層と、電気エネルギーの印加によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こすことにより情報を記録し得る第 2 の記録層とを備えた情報記録媒体の記録装置であって、前

記第1の記録層を非晶質相から結晶相にするために印加される電流パルスの振幅を I_{c1} 、パルス幅を t_{c1} とし、前記第2の記録層を非晶質相から結晶相にするために印加される電流パルスの振幅を I_{c2} 、パルス幅を t_{c2} とし、前記第1の記録層を結晶相から非晶質相にするために印加される電流パルスの振幅を I_{a1} 、パルス幅を t_{a1} とし、前記第2の記録層を結晶相から非晶質相にするために印加される電流パルスの振幅を I_{a2} 、パルス幅を t_{a2} としたとき、

$$I_{c1} < I_{c2} < I_{a2} < I_{a1}$$

であり、且つ、

$$t_{a1} \leq t_{a2} < t_{c2} < t_{c1} \text{ もしくは } t_{a2} \leq t_{a1} < t_{c2} < t_{c1}$$

である電流パルスが発生させるパルス発生源と、発生したパルスを情報記録媒体に印加する印加部を備えた情報記録媒体の記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電氣的に情報を記録、消去、書き換え、再生する情報記録媒体及びその記録再生方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

電気エネルギーの印加によって記録層の相変化材料を状態変化させることによって情報を記録する電氣的相変化形情報記録媒体の概念は、1966年9月6日発行のスタンフォード・R・オブシンスキー (Stanford R. Ovshinsky) の米国特許第3,271,591号に示されている。この電氣的相変化形情報記録媒体は、電気エネルギーの印加によって記録層の相変化材料を結晶相（低抵抗）と非晶質相（高抵抗）との間で状態変化させ、結晶相と非晶質相との間の電気抵抗の違いを検出して情報として読みとるものである。電極に挟み込んだ非晶質相の記録層薄膜に電流を徐々に流していくと、ある閾電流で記録層薄膜が結晶相に相変化し、電気抵抗が急激に低下する。また、結晶相の記録層薄膜に短時間幅の大電流パルスを印加することによって、記録層薄膜を溶融・急冷して高抵抗の非晶質相に戻すこともできるため、書き換え可能な情報記録媒体と

して用いることができる。なお、結晶相と非晶質相との間の電気抵抗の違いは、通常の電気的手段によって簡単に検出可能である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

これまでスタンフォード、R. オブシンスキーらによって提案されている電気的相変化形情報記録媒体は、1層の記録層薄膜が設けられた情報記録媒体である。この電気的相変化形情報記録媒体の記録容量を増大させるために、基板上にこの電気的相変化形情報記録素子をマトリクス的に多数配置したり（面密度の向上）、記録層の抵抗値を段階的に制御して多値記録を行ったりする方法が提案されている。しかしながら、面密度の向上はフォトリソグラフィー等の微細化プロセスの限界によって上限が決まってしまう。また、多値記録を行うために記録層の抵抗値を段階的に制御することは、結晶相の低抵抗状態と非晶質相の高抵抗状態との間の二つの状態を制御することに比べて非常に困難である。

【0004】

そこで、電気的相変化形情報記録媒体の記録容量をさらに増大させるために、記録層薄膜を積層して2層の電気的相変化形情報記録媒体を作製するとよい。このとき、積層された記録層薄膜に電気エネルギーを印加し、2層の記録層薄膜のうちの1層のみを選択的に相変化させて記録・消去を行ったり、2層とも相変化させて記録・消去を行う方法を実現すれば、2値の情報を一度に記録・消去することが可能となる。また、それぞれの記録層薄膜の非晶質相での抵抗値に違いを持たせることによって、情報を再生する際にも2値の情報を一度に再生することが可能となる。これらの動作を実現するためには、それぞれの記録層薄膜において、融点、結晶化温度、結晶化時間、および非晶質相での抵抗値に違いが必要になる。また、積層された記録層薄膜に印加される電気的パルスの波形も、それぞれの動作に適したパルス波形が必要となる。

【0005】

本発明は、電気エネルギーにより2値の情報を一度に記録・消去且つ再生することが可能な2層電気的相変化型情報記録媒体、及びその記録再生方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

この課題を解決するために本発明の電氣的相変化形情報記録媒体は、電気エネルギーの印加によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こすことにより情報を記録し得る第1の記録層と、電気エネルギーの印加によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こすことにより情報を記録し得る第2の記録層とを備え、第1の記録層の記録材料の融点を T_{m1} 、第2の記録層の記録材料の融点を T_{m2} としたとき、 $T_{m1} > T_{m2}$ であり、且つ第1の記録層の記録材料が非晶質相から結晶相に変化する温度を T_{x1} 、第2の記録層の記録材料が非晶質相から結晶相に変化する温度を T_{x2} としたとき、 $T_{x1} < T_{x2}$ であり、且つ第1の記録層の記録材料が非晶質相から結晶相に変化する際に要する時間を t_{x1} 、第2の記録層の記録材料が非晶質相から結晶相に変化する際に要する時間を t_{x2} としたとき、 $t_{x1} > t_{x2}$ であることにより、第1の記録層または第2の記録層のどちらか一方、もしくは両方を選択的に結晶相もしくは非晶質相に変化させる作用を有する。

【 0 0 0 7 】

なお、 T_{m1} は400℃から800℃の範囲にあることが好ましく、500℃から700℃の範囲にあることがより好ましい。 T_{m2} は300℃から700℃の範囲にあることが好ましく、400℃から600℃の範囲にあることがより好ましい。また、 T_{x1} は130℃から230℃の範囲にあることが好ましく、140℃から220℃の範囲にあることがより好ましい。 T_{x2} は160℃から260℃の範囲にあることが好ましく、170℃から250℃の範囲にあることがより好ましい。さらに、 t_{x1} は50 nsから200 nsの範囲にあることが好ましく、100 nsから200 nsの範囲にあることがより好ましい。 t_{x2} は30 nsから150 nsの範囲にあることが好ましく、50 nsから150 nsの範囲にあることがより好ましい。

【 0 0 0 8 】

また、本発明の電氣的相変化型情報記録媒体の記録材料は、電気エネルギーの印加によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こすことにより情報

を記録し得る第1の記録層と、電気エネルギーの印加によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こすことにより情報を記録し得る第2の記録層とを備え、第1の記録層の記録材料がGe、Sb、Teの3元素を含み、第2の記録層の記録材料が(Sb-Te)-M1で表され、M1がAg、In、Ge、Sn、Se、Bi、Au、Mnのうち少なくともいずれか一つを含むことにより、 $T_{m1} > T_{m2}$ 、 $T_{x1} < T_{x2}$ 、 $t_{x1} > t_{x2}$ を満たし、第1の記録層または第2の記録層のどちらか一方、もしくは両方を選択的に結晶相もしくは非晶質相に変化させる作用を有する。

【0009】

また、本発明の電氣的相変化型情報記録媒体は、基板上に、第1の記録層、第2の記録層、上部電極がこの順に積層された構成であることにより、第1の記録層及び第2の記録層に電気エネルギーを印加することを可能にする作用を有する。導電性の無い基板においても第1の記録層及び第2の記録層に電気エネルギーを印加することを可能にするため、基板と第1の記録層との間に下部電極が配置されてもよい。また、第1の記録層と第2の記録層との間の原子拡散を防止するため、第1の記録層と第2の記録層との間に中間層が配置されてもよい。

【0010】

また、本発明の電氣的相変化型情報記録媒体の記録再生において、第1の記録層を非晶質相から結晶相にするために印加される電流パルスの振幅を I_{c1} 、パルス幅を t_{c1} とし、第2の記録層を非晶質相から結晶相にするために印加される電流パルスの振幅を I_{c2} 、パルス幅を t_{c2} とし、第1の記録層を結晶相から非晶質相にするために印加される電流パルスの振幅を I_{a1} 、パルス幅を t_{a1} とし、第2の記録層を結晶相から非晶質相にするために印加される電流パルスの振幅を I_{a2} 、パルス幅を t_{a2} としたとき、 $I_{c1} < I_{c2} < I_{a2} < I_{a1}$ であり、且つ、 $t_{a1} \leq t_{a2} < t_{c2} < t_{c1}$ もしくは $t_{a2} \leq t_{a1} < t_{c2} < t_{c1}$ であることにより、第1の記録層または第2の記録層のどちらか一方、もしくは両方を選択的に結晶相もしくは非晶質相に変化させて情報を記録・消去する作用を有する。

【0011】

なお、 I_{c1} は2mAから10mAの範囲にあることが好ましく、 t_{c1} は50n

s から 2 0 0 n s の範囲にあることが好ましい。 I_{c2} は 5 m A から 2 0 m A の範囲にあることが好ましく、 t_{c2} は 3 0 n s から 1 5 0 n s の範囲にあることが好ましい。また、 I_{a1} は 1 0 m A から 1 0 0 m A の範囲にあることが好ましく、 t_{a1} は 1 n s から 1 0 0 n s の範囲にあることが好ましい。 I_{a2} は 5 m A から 8 0 m A の範囲にあることが好ましく、 t_{a2} は 1 n s から 1 0 0 n s の範囲にあることが好ましい。

【 0 0 1 2 】

また、本発明の電氣的相変化形情報記録媒体の記録再生において、第 1 の記録層及び第 2 の記録層の抵抗値を検出する際に印加される電流パルスの振幅を I_r としたとき、 $I_r < I_{c1} < I_{c2} < I_{a2} < I_{a1}$ であることにより、第 1 の記録層及び第 2 の記録層の抵抗値を検出して情報を再生する際に、記録層の状態変化を起こさないようにする作用を有する。なお、 I_r は 2 m A 以下であることが好ましい。

【 0 0 1 3 】

また、第 1 の記録層が非晶質相の場合の抵抗値を R_{a1} 、結晶相の場合の抵抗値を R_{c1} とし、第 2 の記録層が非晶質相の場合の抵抗値を R_{a2} 、結晶相の場合の抵抗値を R_{c2} としたとき、 $R_{c1} \leq R_{c2} < R_{a1} < R_{a2}$ もしくは $R_{c1} \leq R_{c2} < R_{a2} < R_{a1}$ もしくは $R_{c2} \leq R_{c1} < R_{a1} < R_{a2}$ もしくは $R_{c2} \leq R_{c1} < R_{a2} < R_{a1}$ であることによって、第 1 の記録層と第 2 の記録層の抵抗値の和を、 $R_{a1} + R_{a2}$ 、 $R_{a1} + R_{c2}$ 、 $R_{a2} + R_{c1}$ 、及び $R_{c1} + R_{c2}$ の 4 つの異なる値に設定することにより、4 つの異なる状態、すなわち 2 値の情報を一度に検出することができる作用を有する。

【 0 0 1 4 】

なお、 R_{a1} は 1 0 0 Ω から 5 0 0 0 Ω の範囲にあることが好ましく、 R_{a2} は 2 0 0 Ω から 1 0 0 0 0 Ω の範囲にあることが好ましい。また、 R_{c1} は 1 Ω から 1 0 0 Ω の範囲にあることが好ましく、 R_{c2} は 1 Ω から 1 0 0 Ω の範囲にあることが好ましい。

【 0 0 1 5 】

また、本発明の電氣的相変化形情報記録媒体の記録装置において、 $I_{c1} < I_{c2}$

$I_{a2} < I_{a1}$ であり、且つ、 $t_{a1} \leq t_{a2} < t_{c2} < t_{c1}$ もしくは $t_{a2} \leq t_{a1} < t_{c2} < t_{c1}$ である電流パルスが発生させるパルス発生源と、発生したパルスを情報記録媒体に印加する印加部を備えることにより、第1の記録層または第2の記録層のどちらか一方、もしくは両方を選択的に結晶相もしくは非晶質相に変化させて情報を記録・消去する作用を有する。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図1及び図2を用いて説明する。本発明の電氣的相変化形情報記録媒体11の一構成例を図1に示す。基板1の材料としては、ポリカーボネート等の樹脂板、ガラス板、 Al_2O_3 等のセラミック板、Si板、Cu等の各種金属板を用いることができる。ここでは、基板として絶縁性のアルミナ基板を用いた場合について説明する。電氣的相変化型情報記録媒体11は、基板1上に下部電極2、第1の記録層3、中間層4、第2の記録層5、上部電極6を順に積層した構造である。下部電極2、及び上部電極6は、第1の記録層3、及び第2の記録層5に電気エネルギーを印加するために形成する。また、中間層4は、第1の記録層3と第2の記録層5との間の原子拡散を抑制するために設けられ、導電性であることが望ましい。

【0017】

第1の記録層3、及び第2の記録層5の材料は、電気エネルギーの印加によって結晶相と非晶質相との間で可逆的な相変化を起こす材料で、第1の記録層3の材料がGe、Sb、Teの3元素を含み、且つ第2の記録層5の材料が $(Sb-Te)-M1$ で表され、M1がAg、In、Ge、Sn、Se、Bi、Au、Mnのうち少なくともいずれか一つを含むことにより、第1の記録層3の材料の融点を T_{m1} 、第2の記録層5の材料の融点を T_{m2} としたとき、 $T_{m1} > T_{m2}$ であり、且つ第1の記録層3の材料が非晶質相から結晶相に変化する温度（以下、材料が非晶質相から結晶相に変化する温度を結晶化温度と記述する）を T_{x1} 、第2の記録層5の材料の結晶化温度を T_{x2} としたとき、 $T_{x1} < T_{x2}$ であり、且つ第1の記録層3の材料が非晶質相から結晶相に変化する際に要する時間（以下、材料が非晶質相から結晶相に変化する際に要する時間を結晶化時間と記述する）を t_{x1} 、

第2の記録層5の材料の結晶化時間を t_{x2} としたとき、 $t_{x1} > t_{x2}$ であるようにする。

【0018】

第1の記録層3、及び第2の記録層5は、材料となる合金母材を、Arガス雰囲気中、もしくはKrガス雰囲気中、もしくはArガスと反応ガス（酸素ガスまたは窒素ガスのうちの少なくともいずれか一方）との混合ガス雰囲気中、もしくはKrガスと反応ガスとの混合ガス雰囲気中でスパッタリングすることによって形成できる。

【0019】

また、下部電極2、中間層4、及び上部電極6には、Al, Au, Ag, Cu, Pt等の単体金属材料、あるいはこれらのうちの1つまたは複数の元素を主成分とし、耐湿性の向上あるいは熱伝導率の調整等のために適宜1つまたは複数の他の元素を添加した合金材料を用いることができる。下部電極2、中間層4及び上部電極6は、Arガス雰囲気中で材料となる金属母材または合金母材をスパッタリングすることによって形成できる。

【0020】

電気的情報記録媒体11に、印加部13を介して電気的情報記録再生装置12を電氣的に接続する。この電気的情報記録再生装置12により、下部電極2と上部電極6の間には、第1の記録層3、及び第2の記録層5に電流パルスを印加するためにパルス電源7がスイッチ9を介して接続される。また、第1の記録層3と第2の記録層5の相変化による抵抗値の変化を検出するために、下部電極2と上部電極6の間にスイッチ10を介して抵抗測定器8が接続される。

【0021】

非晶質相（高抵抗状態）にある第1の記録層3もしくは第2の記録層5を結晶相（低抵抗状態）に変化させるためには、スイッチ9を閉じて（スイッチ10は開く）電極間に電流パルスを印加し、電気エネルギーが印加される部分の温度が、それぞれの材料の結晶化温度より高く、且つ融点より低い温度で、結晶化時間の間保持されるようにする。結晶相から再度非晶質相に戻す場合には、結晶化時よりも相対的に高い電流パルスをより短い時間で印加し、記録層を融点より高い

温度にして溶融した後、急激に冷却する。なお、電気的情報記録再生装置 1 2 のパルス電源 7 は、図 2 の記録・消去パルス波形を出力できるような電源である。

【 0 0 2 2 】

ここで、第 1 の記録層 3 が非晶質相の場合の抵抗値 R_{a1} と、第 2 の記録層 5 が非晶質相の場合の抵抗値 R_{a2} とに差異を持たせ、且つ第 1 の記録層 3、及び第 2 の記録層 5 が結晶相での抵抗値 R_{c1} 、 R_{c2} をそれらの値より非常に小さな値に選ぶことにより、電極間の抵抗値を $R_{a1} + R_{a2}$ 、 $R_{a1} + R_{c2}$ 、 $R_{a2} + R_{c1}$ 、及び $R_{c1} + R_{c2}$ の 4 つの異なる抵抗値に設定できる。これにより、4 つの異なる状態、すなわち 2 値の情報を一度に検出することができる。

【 0 0 2 3 】

ここで、第 1 の記録層 3 と第 2 の記録層 5 が共に非晶質相である状態を状態 1 とし、第 1 の記録層 3 が結晶相で且つ第 2 の記録層 5 が非晶質相である状態を状態 2 とし、第 1 の記録層 3 が非晶質相で且つ第 2 の記録層 5 が結晶相である状態を状態 3 とし、第 1 の記録層 3、及び第 2 の記録層 5 が共に結晶相である状態を状態 4 とする。また、状態 1 から状態 2、状態 3、状態 4 のいずれか一つの状態へ変化させる動作、及び状態 2 から状態 3 または状態 4 へ変化させる動作、及び状態 3 から状態 2 または状態 4 へ変化させる動作、及び状態 4 から状態 2 または状態 3 へ変化させる動作を記録と呼び、状態 2、状態 3、状態 4 のいずれか一つの状態から状態 1 へ変化させる動作を消去と呼ぶ。

【 0 0 2 4 】

状態 1 から、第 1 の記録層 3 のみを結晶相にして状態 2 にするためには、図 2 の記録波形 2 1 のような電流パルスを印加するとよい。また、状態 1 から、第 2 の記録層 5 のみを結晶相にして状態 3 にするためには、図 2 の記録波形 2 2 のような電流パルスを印加するとよい。さらに、状態 1 から、第 1 の記録層 3 及び第 2 の記録層 5 を共に結晶相にして状態 4 にするためには、図 2 の記録波形 2 3 のような電流パルスを印加するとよい。

【 0 0 2 5 】

ここで、第 1 の記録層 3 の材料が非晶質相から結晶相に変化する温度 T_{x1} は、第 2 の記録層 5 の材料が非晶質相から結晶相に変化する温度 T_{x2} より低く (T_{x1}

$<T_{x2})$ 、且つ第1の記録層3の材料が非晶質相から結晶相に変化する際に要する時間 t_{x1} は、第2の記録層5の記録材料が非晶質相から結晶相に変化する際に要する時間 t_{x2} より長い($t_{x1} > t_{x2}$)ことから、記録波形21の振幅 I_{c1} 、パルス幅 t_{c1} 、及び記録波形22の振幅 I_{c2} 、パルス幅 t_{c2} において、 $I_{c1} < I_{c2}$ 、且つ $t_{c1} > t_{c2}$ であることにより、状態1のとき、記録波形21もしくは記録波形22を印加することにより、第1の記録層3もしくは第2の記録層5のみを選択的に結晶相にして、状態2もしくは状態3にすることができる。また、記録波形23のように、振幅 I_{c2} 、パルス幅 t_{c1} の電流パルスを印加することにより、第1の記録層3、及び第2の記録層5を同時に結晶相にして、状態4にすることができる。

【0026】

次に、第1の記録層3、及び第2の記録層5が共に結晶相である状態4の場合を考える。この状態4において、図2の記録波形24のような電流パルスを印加することによって、第1の記録層3のみを非晶質相に変化させ、状態3にすることができる。また、状態4において、図2の記録波形25のような電流パルスを印加することによって、第2の記録層5のみを非晶質相に変化させ、状態2にすることができる。さらに、状態4において、図2の消去波形26のような電流パルスを印加することによって、第1の記録層3、及び第2の記録層5を同時に非晶質相に変化させ、状態1にすることができる。

【0027】

ここで、第1の記録層3の材料の融点 T_{m1} が、第2の記録層5の材料の融点 T_{m2} より高い($T_{m1} > T_{m2}$)ため、記録波形24の振幅 I_{a1} 、記録波形25の振幅 I_{a2} において、 $I_{a1} > I_{a2}$ であればよい。また、振幅 I_{a1} でパルス幅の短い(t_{a1})電流パルスを印加すると、第1の記録層3、第2の記録層5が共に非晶質相になってしまうため、記録波形24は消去波形26と記録波形22を足し合わせたような波形となっており、第1の記録層3、及び第2の記録層5を共に非晶質相にした後、第2の記録層5を結晶相に戻すという動作を行う。

【0028】

さらに、状態2もしくは状態3の場合を考える。この場合、状態4にするため

には、図2の記録波形23を印加すればよい。また、状態1にするためには、非晶質相である記録層を結晶相にして状態4にした後、両方の記録層を非晶質相にする必要がある。これは、どちらか一方のみが非晶質相にある場合には、印加された電流パルスのエネルギーの大部分が高抵抗状態の非晶質相の記録層で消費されるため、低抵抗状態の結晶相の記録層を非晶質相にするために必要な高いエネルギーを、結晶相の記録層に供給できないためである。

【0029】

従って、状態2もしくは状態3から状態1にするためには、図2の消去波形27のように、記録波形23と消去波形26を足し合わせた波形のパルスを印加する。同様に、状態2から状態3、状態3から状態2にする場合にも、まず状態4にした後で、それぞれの状態へと変化させる必要がある。従って、状態2から状態3に変化させるためには、図2の記録波形28のように、記録波形22と記録波形24を足し合わせた波形のパルスを印加する。また、状態3から状態2に変化させるためには、図2の記録波形29のように、記録波形21と記録波形25を足し合わせた波形のパルスを印加する。

【0030】

この電氣的相変化形情報記録媒体11をマトリクス的に多数配置することによって、大容量の書換型電気メモリを構成することができる。

【0031】

【実施例】

次に、本発明の具体例を説明する。本実施例では、図1の電氣的相変化形情報記録媒体11を製造し、その電気エネルギーの印加による相変化を確認した。

【0032】

表面を窒化処理したSi基板1上に、下部電極2としてAuを面積 $1.0\text{ mm} \times 1.0\text{ mm}$ で厚さ $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 、第1の記録層3として $\text{Ge}_8\text{Sb}_2\text{Te}_{11}$ を面積 $0.6\text{ mm} \times 0.6\text{ mm}$ で厚さ $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 、中間層4としてAuを面積 $0.6\text{ mm} \times 0.6\text{ mm}$ で厚さ $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 、第2の記録層5として $(\text{Sb}_{0.7}\text{Te}_{0.3})_{95}\text{Ge}_5$ を面積 $0.6\text{ mm} \times 0.6\text{ mm}$ で厚さ $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 、上部電極6としてAuを面積 $0.6\text{ mm} \times 0.6\text{ mm}$ で厚さ $0.1\text{ }\mu\text{m}$ に順次スパッタリング法により

積層した。その後、下部電極 2、及び上部電極 5 に Au リード線をボンディングし、印加部 13 を介して電気的情報記録再生装置 12 を電気的情報記録媒体 11 に接続した。この電気的情報記録再生装置 12 により、下部電極 2 と上部電極 6 の間には、パルス電源 7 がスイッチ 9 を介して接続され、さらに、第 1 の記録層 3 と第 2 の記録層 5 の相変化による抵抗値の変化が、下部電極 2 と上部電極 6 の間にスイッチ 10 を介して接続された抵抗測定器 8 によって検出される。

【0033】

ここで、第 1 の記録層 3 の融点 T_{m1} は 630°C 、結晶化温度 T_{x1} は 170°C 、結晶化時間 t_{x1} は 130 ns である。また、第 2 の記録層 5 の融点 T_{m2} は 550°C 、結晶化温度 T_{x2} は 200°C 、結晶化時間 t_{x2} は 80 ns である。さらに、第 1 の記録層 3 が非晶質相での抵抗値は $500\ \Omega$ 、結晶相での抵抗値は $10\ \Omega$ であり、第 2 の記録層 5 が非晶質相での抵抗値は $800\ \Omega$ 、結晶相での抵抗値は $20\ \Omega$ である。

【0034】

第 1 の記録層 3 及び第 2 の記録層 5 が共に非晶質相の状態 1 のとき、下部電極 2 と上部電極 6 の間に、図 2 の記録波形 21 において $I_{c1} = 5\text{ mA}$ 、 $t_{c1} = 150\text{ ns}$ の電流パルスを印加したところ、第 1 の記録層 3 のみが非晶質相から結晶相に転移した（状態 2）。また、状態 1 のとき、下部電極 2 と上部電極 6 の間に、図 2 の記録波形 22 において $I_{c2} = 10\text{ mA}$ 、 $t_{c2} = 100\text{ ns}$ の電流パルスを印加したところ、第 2 の記録層 5 のみが非晶質相から結晶相に転移した（状態 3）。また、状態 1 のとき、下部電極 2 と上部電極 6 の間に、図 2 の記録波形 23 において $I_{c2} = 10\text{ mA}$ 、 $t_{c1} = 150\text{ ns}$ の電流パルスを印加したところ、第 1 の記録層 3 及び第 2 の記録層 5 が共に非晶質相から結晶相に転移した（状態 4）。

【0035】

次に、第 1 の記録層 3 及び第 2 の記録層 5 が共に結晶相で低抵抗状態の状態 4 のとき、下部電極 2 と上部電極 6 の間に、図 2 の記録波形 24 において $I_{a1} = 20\text{ mA}$ 、 $I_{c2} = 10\text{ mA}$ 、 $t_{c2} = 100\text{ ns}$ の電流パルスを印加したところ、第 1 の記録層 3 のみが結晶相から非晶質相に転移した（状態 3）。また、状態 4 の

とき、下部電極 2 と上部電極 6 の間に、図 2 の記録波形 25 において $I_{a2} = 15$ mA、 $t_{a2} = 50$ ns の電流パルス印加したところ、第 2 の記録層 5 のみが結晶相から非晶質相に転移した（状態 2）。また、状態 4 のとき、下部電極 2 と上部電極 6 の間に、図 2 の消去波形 26 において $I_{a1} = 20$ mA、 $t_{a1} = 50$ ns の電流パルス印加したところ、第 1 の記録層 3 及び第 2 の記録層 5 が共に結晶相から非晶質相に転移した（状態 1）。

【0036】

さらに、状態 2 もしくは状態 3 のとき、図 2 の記録波形 23 において $I_{c2} = 10$ mA、 $t_{c1} = 150$ ns の電流パルス印加したところ、第 1 の記録層 3 及び第 2 の記録層 5 が共に非晶質相から結晶相に転移した（状態 4）。また、状態 2 もしくは状態 3 のとき、図 2 の消去波形 27 において $I_{a1} = 20$ mA、 $I_{c2} = 10$ mA、 $t_{c1} = 150$ ns、 $t_{a1} = 50$ ns の電流パルス印加したところ、第 1 の記録層 3 及び第 2 の記録層 5 が共に結晶相から非晶質相に転移した（状態 1）。また、状態 2 のとき、図 2 の記録波形 28 において $I_{a1} = 20$ mA、 $I_{c2} = 10$ mA、 $t_{c2} = 100$ ns、 $t_{a1} = 50$ ns の電流パルス印加したところ、第 1 の記録層 3 が結晶相から非晶質相に転移し、第 2 の記録層 5 が非晶質相から結晶相に転移した（状態 3）。また、状態 3 のとき、図 2 の記録波形 29 において $I_{a2} = 15$ mA、 $I_{c1} = 5$ mA、 $t_{c1} = 150$ ns、 $t_{a2} = 50$ ns の電流パルス印加したところ、第 1 の記録層 3 が非晶質相から結晶相に転移し、第 2 の記録層 5 が結晶相から非晶質相に転移した（状態 2）。

【0037】

以上の結果から、図 1 の電氣的相変化情報記録媒体 11 では、第 1 の記録層 3 及び第 2 の記録層 5 のそれぞれを結晶相と非晶質相との間で電氣的に可逆変化させることができ、4 つの状態（状態 1：第 1 の記録層 3 と第 2 の記録層 5 が共に非晶質相、状態 2：第 1 の記録層 3 が結晶相で第 2 の記録層 5 が非晶質相、状態 3：第 1 の記録層 3 が非晶質相で第 2 の記録層 5 が結晶相、状態 4：第 1 の記録層 3 と第 2 の記録層 5 が共に結晶相）を実現できることが分かった。

【0038】

【発明の効果】

2 層の電氣的相變化形情報記録媒体において、それぞれの記録層の材料の融点、結晶化温度、結晶化時間及び非晶質相での抵抗値に違いを持たせ、且つ印加する電氣的パルスの波形を制御することによって、電気エネルギーにより 2 値の情報を一度に記録・消去且つ再生するという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の電氣的相變化形情報記録媒体の一例と記録再生系のシステム図

【図 2】

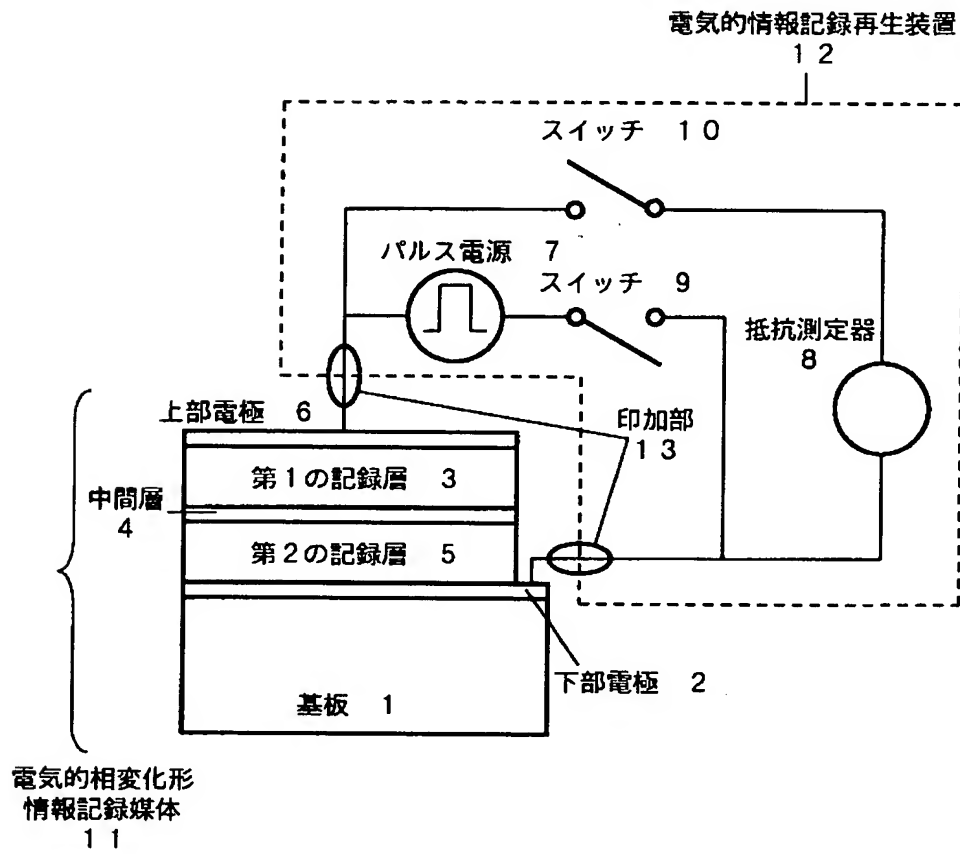
本発明の電氣的相變化形情報記録媒体の記録・消去パルス波形図

【符号の説明】

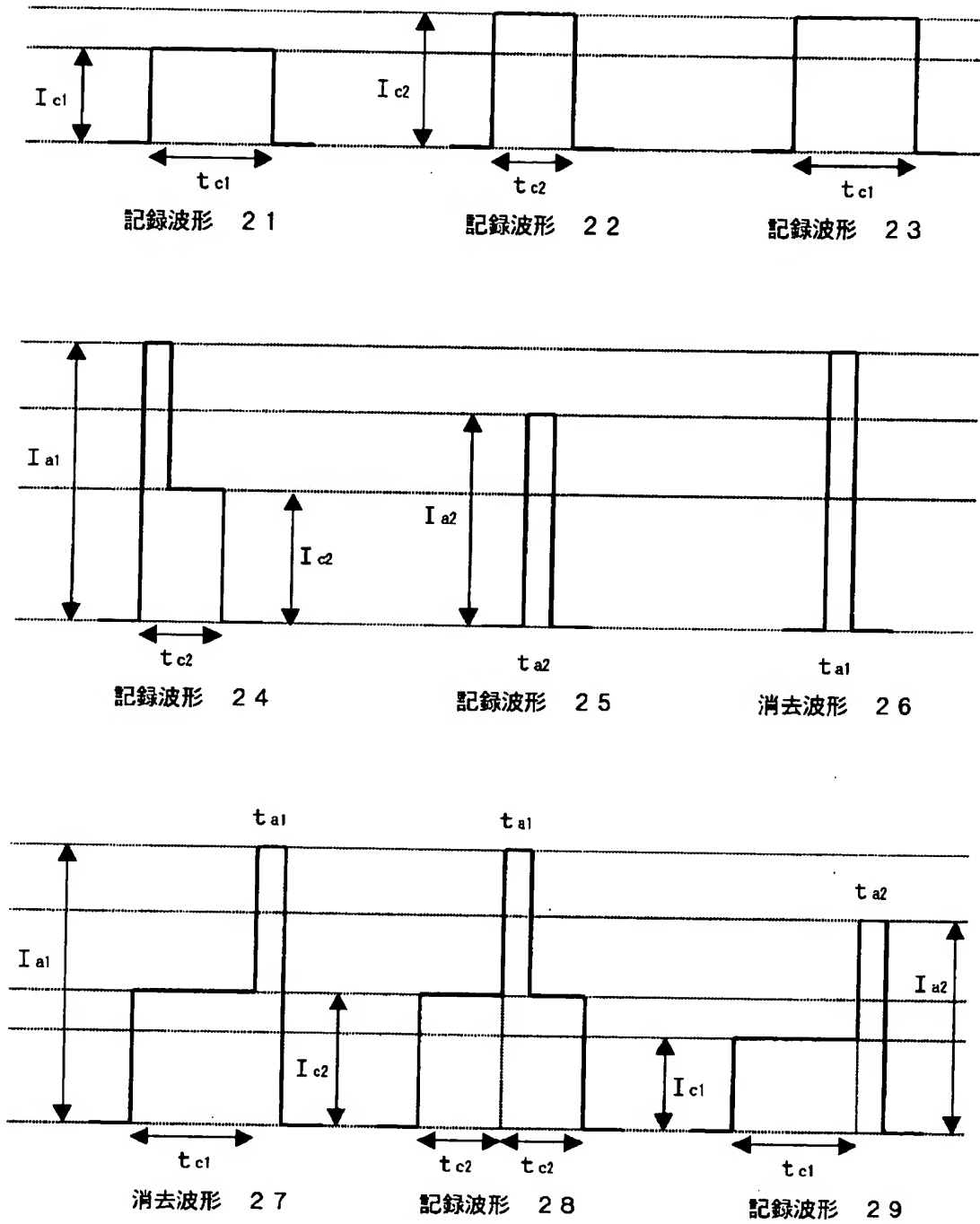
- 1 基板
- 2 下部電極
- 3 第 1 の記録層
- 4 中間層
- 5 第 2 の記録層
- 6 上部電極
- 7 パルス電源
- 8 抵抗測定器
- 9, 10 スイッチ
- 11 電氣的相變化形情報記録媒体
- 12 電氣的情報記録再生装置
- 13 印加部
- 21, 22, 23, 24, 25, 28, 29 記録波形
- 26, 27 消去波形

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 2層の記録層が積層された相変化形情報記録媒体において、電気エネルギーにより2値の情報を一度に記録・消去且つ再生できる電氣的相変化形情報記録媒体を提供する。

【解決手段】 第1の記録層の記録材料の融点を T_{m1} 、第2の記録層の記録材料の融点を T_{m2} としたとき、 $T_{m1} > T_{m2}$ であり、且つ第1の記録層の記録材料が非晶質相から結晶相に変化する温度を T_{x1} 、第2の記録層の記録材料が非晶質相から結晶相に変化する温度を T_{x2} としたとき、 $T_{x1} < T_{x2}$ であり、且つ第1の記録層の記録材料が非晶質相から結晶相に変化する際に要する時間を t_{x1} 、第2の記録層の記録材料が非晶質相から結晶相に変化する際に要する時間を t_{x2} としたとき、 $t_{x1} > t_{x2}$ である。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名 松下電器産業株式会社